

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

51

Int. Cl. 2:

B 22 3/00



19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DE 29 20 719 A 1

11

# Offenlegungsschrift 29 20 719

21

Aktenzeichen:

P 29 20 719.0

22

Anmeldetag:

22. 5. 79

43

Offenlegungstag:

6. 12. 79

30

Unionspriorität:

32 33 31

31. 5. 78 V.St.v.Amerika 911024

54

Bezeichnung:

Verfahren zur Herstellung von Schmiedeteilen mit ausgewählten aufgekohlten Bereichen aus Metallpulver

71

Anmelder:

Federal-Mogul Corp., Southfield, Mich. (V.St.A.)

74

Vertreter:

Mitscherlich, H., Dipl.-Ing.; Gunschmann, K., Dipl.-Ing.;  
Körber, W., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat.; Schmidt-Evers, J., Dipl.-Ing.;  
Pat.-Anwälte, 8000 München

72

Erfinder:

Sarnes, Myron C., Fairview; Pathak, Ramjee, Canton; Mich. (V.St.A.)

DE 29 20 719 A 1

Dipl.-Ing. H. MITSCHERLICH  
Dipl.-Ing. K. GUNSCHMANN  
Dr. rer. nat. W. KÖRBER  
Dipl.-Ing. J. SCHMIDT-EVERS  
PATENTANWÄLTE

D-8000 MÜNCHEN 22  
Steinsd rstraße 10  
☎ (089) \* 29 66 84

2920719

22. Mai 1979  
je

Federal-Mogul Corporation  
26555 Northwestern Highway  
Southfield, Michigan, USA

Patentansprüche.

1. Verfahren zur Herstellung von im wesentlichen voll verdichteten, niedrig legierten Eisenteilen aus Metallpulver mit ausgewählten, teilweise aufgekohlten Bereichen, das folgende Verfahrensschritte aufweist:
  - a) Brikettierung einer niedrig legierten Rohform aus Eisen-Metallpulver mit einem bestimmten, in der Aussenschicht und dem Innern durchgehend gleichmäßigen Gehalt an Kohlenstoff, wobei die brikettierte Rohform mindestens einen ersten Oberflächenbereich, der in der ausgeschmiedeten Endform eine gewissen Aussenschichtstärke besitzen soll und mindestens einen zweiten Oberflächenbereich aufweist, der in der ausgeschmiedeten Endform im wesentlichen nicht aufgekohlt sein soll,
  - b) Absperren von mindestens einem zweiten Oberflächenbereich von der Aufkohlungsatmosphäre durch Aufbringen einer Verkleidung, die diesen zweiten Oberflächenbereich im wesentlichen vollständig abdichtend abdeckt, wobei die Verkleidung von einem Metallteil gebildet wird, das mit seiner Oberfläche dicht an die Oberfläche der Rohform angepaßt ist, um diese ausgewählten Bereiche von der Umgebung zu isolieren,
  - c) Sintern der Rohform,

909849/0641

- d) Aufkohlung der Rohform, um den Ausgangskohlenstoffgehalt in der Aussenschicht durch Zufuhr einer geregelten kohlenstoffhaltigen Atmosphäre in Form eines reichen endothermischen Gases für einen festgelegten Zeitabschnitt wesentlich zu erhöhen, der genügt, um eine gewünschte Stärke der Aussenschicht mit dem endgültigen Kohlenstoffgehalt in mindestens einem ersten Oberflächenbereich zu erreichen, sodaß der erreichte Kohlenstoffgehalt darin wesentlich höher ist als der ursprüngliche C-Gehalt in der Aussenschicht, im Innern der Rohform und in mindestens einem der zweiten Oberflächenbereiche,
  - e) Entfernung der Verkleidung von der Rohform,
  - f) Ausschmieden der Rohform.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das ausgeschmiedete Werkstück unmittelbar nach dem Schmiedevorgang und einer Temperaturstabilisierung des Schmiedeteils in einem Ölbad abgeschreckt wird.
  3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verkleidungsteile aus wiederverwendbaren brikettierten Teilen aus Metallpulver mit der im wesentlichen gleichen, niedrig legierten Eisen-Metallzusammensetzung und Dichte in gesintertem Zustand bestehen wie die Rohform, die durch sie während der Aufkohlung verkleidet wird.
  4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verkleidungsmittel einen Boden aufweisen, von dem einstückig mit ihm eine innere und eine äußere Wand abstehen, die zwischen sich eine Ringnut einschließen, in der ein stirnseitiges Ende der Rohform aufgenommen wird.
  5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sinterung bei einer Temperatur von etwa 2000° bis etwa 2100°F und das Ausschmieden bei einer Temperatur von etwa 1600° bis etwa 1800°F durchgeführt wird, wobei die Rohform durch das Schmieden zu einer Dichte von mindestens 99,6% der Dichte von Schmiedeeisen verdichtet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das ausgeschmiedete Werkstück unmittelbar nach dem Schmieden durch Abschrecken abgekühlt wird, um dadurch eine gewünschte Stärke der aufgekohlten Aussenschicht in mindestens einer der ersten Oberflächenbereiche zu erreichen.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verkleidungsmittel aus im wesentlichen ebenen Stahlplatten bestehen, die vor dem Aufbringen in dichter Anlage auf mindestens einen der zweiten Oberflächenbereiche oxydiert werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Oxydationsbehandlung folgende Einzelmaßnahmen wie Erwärmung der Platte allein auf eine Temperatur von etwa 600° bis etwa 800° F, Tauchen der Platte mit dieser Temperatur in ein Wasserbad und anschließendem Trocknen in einer Sauerstoff enthaltenden Atmosphäre umfaßt.
9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Platte einen Boden und ein Paar konzentrischer Wandteile, die vom Boden abstehen, aufweist und jede Wand in Richtung auf den Boden zu einander divergierende Oberflächen besitzt, wodurch eine Nut gebildet wird, in die ein Stirnende einer rohrförmigen Rohform eingreift, sodaß die Endkanten der Rohform abdichtend und im Abstand vom Boden an den Wänden anliegen, sodaß das stirnseitige Ende der Rohform in der Nut eingeschlossen ist und mindestens einen zweiten Oberflächenbereich bildet, der im wesentlichen unaufgekühlt bleibt.
10. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Metallpulver der Verkleidungsmittel ein Metalloxyd enthält.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Metalloxyd ein Eisenoxyd enthält.
12. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringnut der Verkleidungsplatte nach auswärts geneigte, konische Wände aufweist.

- 4 -

Dipl.-Ing. H. MITSCHERLICH  
Dipl.-Ing. K. GUNSCHMANN  
Dr. rer. nat. W. KÖRBER  
Dipl.-Ing. J. SCHMIDT-EVERS

PATENTANWÄLTE

D-8000 MÜNCHEN 22  
Steinsdorfstraße 10  
☎ (089) \* 29 66 84

2920719

22. Mai 1979

j

Federal-Mogul Corporation  
26555 Northwestern Highway  
Southfield, Michigan, USA

---

Verfahren zur Herstellung von Schmiedeteilen mit  
ausgewählten aufgekohlten Bereichen aus Metallpulver.

Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von niedriglegierten Schmiedeteilen hoher Dichte mit ausgewählten aufgekohlten Oberflächenbereichen, bei dem ein Metallpulver gewünschter Zusammensetzung in eine formbeständige Rohform brikkettiert wird, die verkleidet, gesintert und aufgekohlt wird, worauf die Verkleidung entfernt und die Rohform zur Endform ausgeschmiedet wird. Unmittelbar im Anschluß an den Schmiedevorgang wird das Werkstück zur Härtung abgeschreckt oder, falls gewünscht, einer anderen Wärmebehandlung unterworfen, um andere mechanische Eigenschaften zu erhalten.

Grundlagen der Erfindung:

Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders geeignet für die Herstellung niedriglegierter Eisenteile wie Zahnräder, Kupplungsteile, Laufringe für Rollenlager oder dergl., bei denen Teile oder Oberflächen durch Punktlasten, Verdrehung oder andere hohe Belastungen beansprucht werden, jedoch ist das Verfahren nicht darauf beschränkt. Um bei solchen Teilen eine ausreichende Standfestigkeit und Lebensdauer zu erreichen, war es bisher üblich, solche Werkstücke ganz aus geeigneten hochwertigen Legierungen herzustellen, und zwar auch ihre niedrig beanspruchten Bereiche. Um Einsparungen bei der Verwendung

809849/0641

solcher festen und kostspieligen Legierungen zu erreichen, wurden Kompositteile benutzt, bei denen die hoch beanspruchten Bereiche aus hochfesten Legierungen und die weniger beanspruchten Bereiche aus weniger kostspieligen Legierungen hergestellt wurden. Ein metallurgisches Metallpulververfahren der letzteren Art ist in der USA PS 3 727 999 der Anmelderin beschrieben. Während auf diese Weise Teile mit zufriedenstellender Standfestigkeit und Lebensdauer hergestellt werden konnten, ist der Aufwand an Arbeitszeit und Werkzeugen sehr groß und teuer, um die Einzelteile für sich herzustellen und sie zusammenzubauen.

Um die genannten Probleme zu lösen, wurde auch bereits vorgeschlagen, Metallteile hoher Dichte mittels metallurgischer Metallpulververfahren herzustellen, wobei das gesinterte Werkstück über seine ganze Oberfläche einsatzgehärtet wird, und anschließend durch Schmieden in seine Endform gebracht wird. Ein solches Verfahren ist in der USA PS 3 992 763 der Anmelderin beschrieben. Dieses Verfahren, auf das auch weiterhin Bezug genommen wird, liefert zwar zufriedenstellende Produkte, jedoch ist die Endformung des Werkstücks durch Schmieden und eine anschließende maschinelle Bearbeitung schwierig, weil es bereits über seine ganze Oberfläche gehärtet ist. Diese gehärtete Oberfläche bedingt den Einsatz kostspieliger Werkzeuge für die Fertigbearbeitung auf Werkzeugmaschinen. Dieses Verfahren ist daher nicht wirtschaftlich.

Das erfindungsgemäße Verfahren löst auf einfache Weise viele der Probleme und überwindet die Nachteile der genannten und anderer bekannter Herstellungsverfahren der metallurgischen Metallpulvertechnik, indem nur bestimmte Bereiche der Oberflächen des Werkstücks aufgekohlt d.h. einsatzgehärtet werden und die übrigen Bereiche ungehärtet bleiben. So ergibt sich ein Werkstück, das die benötigten mechanischen Eigenschaften und Leistungsfähigkeit aufweist und das mit konventionellen Werkzeugen wirtschaftlich hergestellt werden kann.



Außerdem wird durch das erfindungsgemäße Verfahren ein Werkstück hergestellt, das - abgesehen von der maschinellen Bearbeitung - eine ungehärtete Oberfläche mit in anderen Bereichen gehärteten Flächen aufweist, sodaß elektrische Schweißverbindungen oder ähnliche Behandlungen des Werkstücks, die eine Oberfläche mit niedrigem C-Gehalt erfordern, möglich sind.

Beschreibung der Erfindung:

Die Vorteile der Erfindung werden bei einem metallurgischen Metallpulververfahren zur Herstellung von niedriglegierten Werkstücken hoher Dichte dadurch erreicht, daß nur ausgewählte Oberflächenbereiche des Werkstücks aufgekühlt werden, während die restlichen Oberflächenbereiche nur in geringem Maß oder garnicht aufgekühlt werden. Entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein niedriglegiertes Eisenpulver, vorzugsweise aus der AISI No. 4600 Serie, in einem Gesenk brikettiert, sodaß sich eine formbeständige Rohform ergibt. Ausgewählte Bereiche der Oberfläche dieser Rohform werden verkleidet und das Werkstück anschließend gesintert und gehärtet, wobei die freiliegenden Bereiche mit einer aufgekühlten Außenschicht in gewünschter Dicke versehen werden. Nach der Aufkühlung wird die Verkleidung entfernt, und die Rohform wird durch Schmieden in die endgültige Form gebracht. Vorzugsweise läßt man sich das Gefüge nach dem Schmiedevorgang stabilisieren und schreckt das Werkstück danach in Öl ab, um die physikalischen Eigenschaften weiter zu verbessern. Das so hergestellte Werkstück kann danach auf Werkzeugmaschinen oder durch andere Maßnahmen fertig bearbeitet werden.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird das brikettierte Werkstück, das aus Stahlpulver der Serie 4600 besteht, bei einer Temperatur von 2050° bis 2100° F unter Schutzgas gesintert, worauf eine endothermische Gas- oder eine gleichwertige Aufkühlungsbehandlung erfolgt, um die gewünschte Stärke der aufgekühlten Aussenschicht in den unverkleideten Bereichen zu erzeugen. Nach Entfernung der Verkleidung wird

die Rohform bei einer Temperatur von 1600 bis etwa 1850° F in die endgültige Form und Dichte geschmiedet, die der theoretischen Dichte sehr nahe kommt. Die Verkleidung der Rohform, um die Aufkohlung bestimmter Bereiche ganz oder bis auf ein Minimum zu verhindern, wird vorzugsweise durch eine Metallverkleidung erreicht, die an den fraglichen Bereichen so eng anliegt, daß das kohlenstoffhaltige Gas nur in vernachlässigbar geringem Maß diese Bereiche erreichen kann. Die Verkleidung kann aus Schmiedeeisen-Blech oder einem metallurgischen Metallpulver bestehen, die nach Beendigung der Härtebehandlung leicht entfernt und der Wiederverwendung zugeführt werden kann.

Weitere Vorteile der Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezug auf die beigefügten Zeichnungen hervor.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Schema des praktischen Herstellungsablaufes;

Fig. 2 eine Draufsicht auf ein typisches erfindungsgemäß hergestelltes Zahnrad mit einsatzgehärteten Zähnen und einer im wesentlichen ungehärteten Nabe;

Fig. 3 eine Ansicht einer brikettierten Rohform mit einer Verkleidung des zentralen Teiles ihrer Oberfläche;

Fig. 4 einen Querschnitt in Achsrichtung durch Rohform und Verkleidung entlang der Linie 4 - 4 in Fig. 3;

Fig. 5 einen Längsschnitt durch eine brikettierte ringförmige Rohform, deren unteres Ende in eine Nut in einer Verkleidung eingreift;

Fig. 6 einen Längsschnitt durch eine brikettierte Rohform mit zwei Verkleidungsplatten, um eine Aufkohlung an beiden Stirnenden des Rohrstücks zu verhindern.

Wie in Fig. 1 gezeigt, besteht das erfindungsgemäße Verfahren darin, daß ein Metallpulver von gewünschter Zusammensetzung in eine Rohform mit den gewünschten Abmessungen gepreßt und anschließend in ausgewählten Bereichen verkleidet wird.

Die verkleidete Rohform wird anschließend gesintert und dann einem Aufkohlungsprozess unterzogen, in dem die nicht verkleideten Bereiche in gewünschter Eindringtiefe aufgekohlt werden. Nach der Aufkohlung wird die Verkleidung entfernt, und die Rohform wird in ein Werkstück gewünschter Endform und Dichte geschmiedet. Das geschmiedete Werkstück wird dann vorzugsweise nach Stabilisierung der Temperatur abgeschreckt, um seine mechanischen Eigenschaften weiter zu verbessern. Wahlweise kann das abgeschreckte Werkstück weiteren Wärmebehandlungen unterworfen werden, um seine mechanischen Eigenschaften weiter zu verbessern und anschließend wird es abschließenden Bearbeitungen auf Werkzeugmaschinen unterworfen, die erforderlich sein können, um ein Präzisionswerkstück zu erzeugen.

Entsprechend den Verfahrensschritten, die im Diagramm nach Fig. 1 gezeigt sind, kann ein Metallpulver der AISI Serie verwendet werden, das normalerweise 0,0 bis 0,5% Mangan, etwa 0,25 bis etwa 2,25% Nickel, etwa 0,25 bis etwa 0,70% Molybden und bis zu etwa 1,25% Kohlenstoff enthält, wobei der Rest ~~um~~ wesentlich aus Eisen und den üblichen Verunreinigungen und Spuren anderer Bestandteile besteht. Während das Metallpulver eine mechanische Mischung mehrerer Legierungsbestandteile sein kann, die zusammen die gewünschte chemische Zusammensetzung ergeben, wird vorzugsweise ein Pulver verwendet, dessen einzelne Partikel bereits jedes für sich diese gewünschte Zusammensetzung aufweisen. Solche vorlegierten Metallpulver können durch verschiedene bekannte Techniken hergestellt werden, einschließlich der Zerstäubung einer flüssigen Metallschmelze der gewünschten Legierung in Wasser, deren Produkt dann durch Siebung nach Korngrößen getrennt wird, sodaß ein Metallpulver gewünschter Korngröße ausgewählt werden kann. Wenn auch die Korngröße und -form des Metallpulvers grundsätzlich nicht als wesentlich für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens angesehen wird, so werden doch Partikel etwa gleicher Größe entsprechend einer Maschenweite von 60 (USA Standard Siebmaß) bis etwa - 325

bevorzugt, wobei der G wichtsanteil von Partikeln entsprechend - 60 Maschenweite nicht größer als 10% und der Anteil entsprechend - 325 Maschenweite nicht größer als 40% sein soll.

Das Metallpulver wird vor der Brikettierung mit einem geeigneten Schmierstoff und Bindemittel versetzt, wie sie für solche Zwecke allgemein bekannt sind. Zusätzlich kann dem Pulver auch Grafit zugesetzt werden, um den C-Gehalt auf den gewünschten Anteil zu bringen.

Eine abgemessene Menge des Pulvers der Metallegierung wird in einen Hohlraum mit der gewünschten Form gefüllt und in bekannter Weise zu einem frischen Brikett oder Rohform verdichtet, die nach Form und Größe geeignet ist durch nachfolgendes Schmieden in die angestrebte Form und Größe gebracht zu werden. Die Brikettierung wird so durchgeführt, daß sich eine Rohform ergibt, die eine Dichte von mindestens 75 - 100%, vorzugsweise etwa 85 - 90%, der theoretischen Dichte aufweist. Für die Brikettierung wird vorzugsweise eine Presse und ein Gesenk benutzt.

Das frische Brikett oder die Rohform wird anschließend durch die nachstehend aufgebrachte Abdeckung verkleidet, d.h. daß nur ausgewählte Bereiche der Rohform verkleidet werden. Nach Anbringung der Verkleidung wird die Rohform in einen Sinterofen gestellt, in dem sie zunächst auf eine mittlere Hitze erwärmt wird, wodurch das verwendete Schmiermittel zersetzt und/oder verdampft wird und dann bei der <sup>der</sup> 4600 Serie von Stahllegierungen entsprechenden Hitze von 2000 bis 2100° F endgültig gesintert. Der Sintervorgang wird partienweise oder im Durchlaufverfahren in bekannter Weise durchgeführt, wobei ein Schutz aus einem Schutzgas verwendet wird, um eine unerwünschte Oxydation bzw. Hammerschlagbildung auf der Oberfläche der Partikel zu vermeiden. Die Sinterung wird genügend lange vorgenommen, sodaß sich die Partikel an ihren Berührungspunkten miteinander verbinden und ein einstückiges, zusammengesintertes Gefüge entsteht.

Nach der Sinterung wird die verkleidete Rohform zum Härteofen transportiert, in dem eine kohlenstoffhaltige Atmosphäre bekannter Art herrscht, einschließlich solcher wie sie in "Metals Handbook" Bd.2, 8. Ausgabe, S.67 - 114 beschrieben sind, das von der "American Society for Metals" herausgegeben wurde. Vorzugsweise werden kohlenstoffhaltige endothermische Gase der Klasse 302 verwendet, und die Aufkohlung wird bei einer Temperatur von etwa 1500 bis 1900° F so lange durchgeführt bis eine hoch aufgekohlte Aussenschicht gewünschter Dicke in den unverkleideten Bereichen erreicht ist. Im allgemeinen wird eine Stärke dieser Aussenschicht bei einem C-Gehalt von etwa 0,4% von etwa 0,03 bis 0,08 Zoll (0,1 bis 0,2 mm) in den unverkleideten Bereichen der Rohform erzeugt. Die Eindringtiefe, d.h. die Stärke der Aufkohlungsschicht, hängt von der verwendeten Metallegierung und ihrem ursprünglichen C-Gehalt, der geometrischen Form der Rohform, der angestrebten Schichtstärke, dem C-Gehalt im Kern und den besonderen Verwendungs- und Oberflächenanforderungen, denen das fertige Werkstück im Betrieb ausgesetzt wird und anderen dem Fachmann bekannten Bedingungen ab.

Nachdem die gesinterte Rohform den Härteofen, der ein Partienofen oder vorzugsweise ein Durchlaufofen sein kann, verlassen hat, wird die Verkleidung von der in den ausgewählten Bereichen aufgekohlten Rohform entfernt und diese wird mit einem Schmiermittel angestrichen und anschließend geschmiedet. Die Schmiedetemperatur kann von 1600° bis 1850° F reichen, wobei oberhalb dieser Temperatur eine starke Oxydation auftritt, die die Lebensdauer des Werkstücks nachteilig beeinflusst. Dies ist für geschmiedete Teile, insbesondere wenn diese Teile durch die Schmiedebehandlung ihre Endform erhalten sollen und außer einem geringfügigen Fertigschleifen keine Bearbeitung mehr vorgenommen werden soll, nicht tragbar. Diese Bearbeitung wird daher vorzugsweise unter Schutzgas, wodurch eine Oxydation der Oberfläche der Rohform vermieden wird und in einem Arbeitsgang durchgeführt, wobei Pressdrücke von 60 bis 80 to pro Quadratzoll angewendet werden.

Nach dem Schmieden läßt man die Temperatur des Schmiedestücks sich stabilisieren und schreckt es anschließend in einem flüssigen Abschreckmittel wie Öl oder einer Wasser-Glykol Mischung ab. Das so hergestellte Werkstück weist eine Dichte von mindestens 99,6% der theoretischen Dichte auf, die sehr nahe an die Dichte von Schmiedeeisen herankommt.

In Fig. 2 wird ein für das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren typisches Werkstück gezeigt. Es ist ein Zahnrad 10 mit einem ringförmigen Nabenteil 12 und einer Vielzahl von Zahnelementen 14 an der Peripherie des Rades. Das Zahnrad 10 ist ein geeignetes Werkstück um als Schmiedestück aus einer gesinterten und teilweise aufgekohlten Rohform gefertigt zu werden, die durch die Linie 16 angedeutet ist und die Form einer ringförmigen Scheibe mit einer Zentralbohrung 18 aufweist, deren Außendurchmesser kleiner als der Spitzenkreis des Zahnteils ist. Während des Schmiedevorgangs wird die Rohform verdichtet und das Metall fließt zur Ausbildung der Zähne und der Zentralbohrung 20 mit genauen Endmaßen, sodaß nur ein minimale Nacharbeit - falls überhaupt - erforderlich ist. Da sowohl die Zahnoberflächen als auch die Bohrung 20 im Betrieb hohen Beanspruchungen und Belastungen ausgesetzt sind, ist es wünschenswert, daß diese Teile Oberflächen mit höherem C-Gehalt erhalten, um die Stand- und Verschleißfestigkeit dieser Oberflächen zu erhöhen. Andererseits ist der restliche Teil der Nabe 12, der vornehmlich als Montagefläche genutzt wird, solch hohen Belastungen und Verschleißbeanspruchungen nicht ausgesetzt und benötigt deshalb auch keine große Oberflächenhärte. Das Fehlen von gehärteten Oberflächen in diesem Bereich 12 erleichtert daher die maschinelle Bearbeitung der Löcher 22, durch die das Zahnrad mit seinem Träger verbunden wird. Die Verkleidung und Teilaufkohlung nach der Erfindung ermöglicht eine ausgewählte Aufkohlung der Oberfläche der Zentralbohrung 20 und der Randbereiche, die die Zahnelemente 14 bilden, während die übrigen Teile der Nabe 12 nur geringfügig, wenn überhaupt, aufgekohlt werden.

Die kontrollierte, ausgwählte Aufkohlung der Rohform 16 bei der Herstellung des Zahnrades 10 nach Fig. 2 wird durch die in den Fig. 3 und 4 gezeigte Verkleidung erreicht. Die Rohform 16 wird - wie gezeigt - bevor sie gesintert und gehärtet wird, durch ein oberes ringförmiges Verkleidungsblech 24 und ein ähnliches unteres Verkleidungsblech 26 abgedeckt, die dichtend auf den Oberflächen des Nabenteils aufliegen und sich radial bis zu einem Abstand vom Rand 28 der Rohform erstrecken. Die oberen und unteren Verkleidungsbleche 24 bzw. 26 sind vorzugsweise mit in die Zentralbohrung 18 hineinpassenden Bundcn 30 versehen. Sie reichen nur ein kurzes Stück in die Bohrung 18 hinein und legen die Verkleidungsbleche 24 und 26 bei der weiteren Behandlung unverrückbar fest. Während der Aufkohlungsbehandlung gelangt das endothermische, kohlenstoffhaltige Gas z.T. unter die Enden der Verkleidung, sodaß die Zentralbohrung 10 der Rohform in kontrollierter Weise über ihre ganze Länge aufgekohlt, d.h. gehärtet wird. In geringem Umfang gelangt das kohlenstoffhaltige Gas auch unter den Außenrand der Verkleidungsbleche. Der wesentliche Rest der abgedeckten Bereiche bleibt jedoch frei oder erhält nur eine minimale Aufkohlung während dieses Verfahrensschrittes.

Entsprechend der in den Fig. 3 und 4 gezeigten Anordnung ist die verkleidete Rohform auf einem porösen Transportband 32 aufgestellt, das einen Sinter- und Härteofen kontinuierlich und mit geregelter Geschwindigkeit durchläuft. Das Gewicht der Rohform, mit dem es auf dem unteren Verkleidungsblech 26 aufliegt, erhöht die Abdichtung gegen das Eindringen des Gases, während das Gewicht des oberen Verkleidungsbleches 24 eine Abdichtung zwischen dem Blech und der anliegenden Oberfläche der Rohform erzeugt. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Verkleidungsbleche 24, 26 aus einem verhältnismäßig dichten, gasundurchlässigen Material hergestellt, wie Schmiedeeisenblech oder einer Stahlpulvermischung.

Die Verkleidung durch Platten aus Stahlpulvermischung bietet gegenüber einer Schmiedeeisen verschiedene Vorteile:

- 1) sie kann aus einer im wesentlichen ähnlichen Mischung sein wie die Rohform selbst, sodass die Abdichtung gegenüber der Rohform leichter aufrecht erhalten wird, weil die Dehnungskoeffizienten gleich sind und
- 2) sie kann entkohlt werden, um den Gehalt an Kohlenstoff, der sich durch wiederholten Einsatz der Platte angesammelt hat, zu reduzieren oder ganz zu beseitigen. Dies kann dadurch erreicht werden, daß FeO der Metallpulvermischung beigegeben wird oder daß eine besondere Entkohlungsbehandlung vorgesehen wird. Die Gegenwart von FeO im Verkleidungsblech verhindert oder neutralisiert durch chemische Bindung des Kohlenstoffs jede Aufkohlung durch Gas, das zwischen der Verkleidung und der Rohformoberfläche einsickern könnte. Die schmiedeeiserne Platte kann natürlich auch oxydieren, jedoch nur an der Oberfläche, wohingegen die aus Metallpulver hergestellte Platte durch und durch oxydieren kann. Ein bevorzugter Weg die Verkleidungsplatte zu oxydieren besteht darin, die Verkleidungsplatte unmittelbar nach der Aufkohlungsbehandlung in Wasser einzutauchen und sie dann in Luft oder einer <sup>anderen</sup> oxydierenden Atmosphäre auf 800° bis 1500° F. zu erhitzen. Dies wird vorzugsweise bei einem kontinuierlichen Sinter- und Härteprozess laufend durchgeführt.

Bei Massenanfertigung von großen Stückzahlen von Präzisionszahnradern ist es zweckmäßig, die Verkleidungen durch ein metallurgisches Metallpulververfahren herzustellen, wobei die gleichen grundsätzlichen Daten benutzt werden wie bei der Herstellung der gesinterten Rohform. Dementsprechend wird ein geeignetes Gesenk benutzt, in dem ein Pulver, ähnlich dem zur Herstellung der Rohform verwendeten, zu ähnlicher Dichte briquettiert wird, worauf es bei erhöhter Temperatur zu einem zusammenhängenden Teil gesinter wird. Die sich so ergebende Verkleidungsplatte ist im wesentlichen gasdurchlässig und



und kann von der Rohform nach Abschluß der Aufkohlung einfach abgestrichen und anschließend immer wieder in der oben beschriebenen Weise benutzt werden.

Eine andere zweckmäßige Art der Aufkohlung und Verkleidungsanordnung ist in Fig. 5 gezeigt. Dort wird eine rohrförmige, brikettierte Rohform 34, die an ihrer unteren Stirnseite eine Abschrägung 36 aufweist, gesintert und aufgekohlt und zwar in der Weise, daß die Aufkohlung der abgeschrägten Stirnseite 36 und die Stirnseite selbst möglichst niedrig gehalten wird. In der besonderen in Fig. 5 gezeigten Ausführung ist eine Verkleidung 40 vorgesehen, die einen Boden 42 aufweist, von dem eine innere und eine äußere zueinander konzentrische Wand 44, 46 aufragen, zwischen denen das untere Ende der Rohform 34 aufgenommen wird. Die äußere axiale Oberfläche der inneren Wand 44, die mit 48 bezeichnet ist, ist vorzugsweise unter einem Winkel von  $5^{\circ}$  zur Vertikalen konisch gestaltet, während die gegenüberliegende vertikale Oberfläche der äußeren Wand 46 mit dem Bezugszeichen 50 vorzugsweise nach außen konisch unter einem Winkel von  $15^{\circ}$  zur Vertikalen verläuft. Die konischen Flächen 48 und 50 bilden zusammen mit der Oberfläche 52 des Bodens 40 eine Ringnut 54 in Keilform, in der die untere äußere Kante 56 und die untere innere Kante 58 der Rohform abdichtend in Form einer Messerschneide aufgenommen werden. Die Bodenbreite der Ringnut 54 ist kleiner als die Breite der Rohform, um eine Messerschneidendichtung zwischen den unteren Kanten der Rohform und den konischen Wänden der Ringnut zu erreichen und um zu verhindern, daß die Rohform auf den Boden der Ringnut aufstößt. Mit der in Fig. 5 gezeigten Anordnung wird eine Aufkohlung der ganzen Oberfläche der Rohform 34 erreicht, mit Ausnahme der abgeschrägten Fläche 36 und der Stirnfläche 38, die mit der konischen Nut 54 abdichtend in Eingriff stehen. Wenn die Verkleidung selbst oxydiert wird, was unter bestimmten Voraussetzungen angestrebt werden kann, so können geringe Leckagen des kohlenstoffhaltigen Gases durch die Abdichtung hindurch zugelassen werden, da das kohlenstoffhaltige Gas sich mit dem Sauerstoff am Boden der Ringnut verbindet.

Die Verkleidung 40 nach Fig. 5 kann aus dem gleichen Material bestehen und in gleicher Weise hergestellt werden wie die Verkleidungsplatten 24, 26 nach Fig. 3 und 4. Wie oben erwähnt, kann eine solche Verkleidungsplatte 40 nach Abschluß des Aufkohlungsprozesses einfach von der gesinterten und aufgekohlten Rohform 34 abgenommen und wieder verwendet werden. Wie aus Fig. 5 ersichtlich, hat das Gewicht der Rohform 34 eine keiltreibende Wirkung, wodurch die untere äußere Kante 56 und die untere innere Kante 58 gegen die konischen Oberflächen der Ringnut gedrückt werden und so eine Abdichtung gegen das kohlenstoffhaltige Gas während des Aufkohlungs Vorganges bilden.

Eine andere wirkungsvolle Variation der Verkleidungsart nach der Erfindung ist in Fig. 6 gezeigt. Eine rohrförmige Rohform 60 mit Stirnseiten 62 ist zwischen einer oberen Verkleidungsplatte 64 und einer unteren Verkleidungsplatte 66 abgedichtet eingespannt. Die obere und untere Verkleidungsplatte sind mit je einer Zentralbohrung 68 versehen, um eine freie Zirkulation des endothermischen kohlenstoffhaltigen Gases zwischen den Verkleidungsplatten und in Kontakt mit der Innenfläche 70 der Rohform 60 zu erlauben. Die äußere Mantelfläche 72 der Rohform ist in ähnlicher Weise der Einwirkung des kohlenstoffhaltigen Gases ausgesetzt, sodaß durch die erfindungsgemäße Anordnung der Verkleidung eine ausgewählte Aufkohlung der beiden Rohroberflächen 70 und 72 und eine Ausschaltung oder wesentliche Herabsetzung der Aufkohlung der Stirnflächen 62 erreicht wird. Die Verkleidungsplatten 64, 66 sind vorzugsweise mit einer Ringschulter 74 versehen, die in das Rohr eingreifen und an der Innenfläche 70 anliegen, sodaß die Verkleidungsplatten während der Aufkohlungsbehandlung stets in der vorgesehenen Lage festgehalten werden.

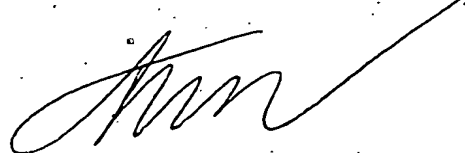
Die in Fig. 6 gezeigte Anordnung ist typisch für ein Werkstück, bei dem nach der Schmiedebehandlung der Rohform in der Rohrwand parallel zur Rohrachse und über den Rohrumfang verteilt Bohrungen angebracht werden sollen, durch die die Stirnseiten 62 miteinander verbunden werden. Das Fehlen einer aufgekohlten Zone an diesen Stirnseiten erleichtert die Herstellung der Bohrungen mittels einfacher konventioneller Bohrgeräte.

Die bei den verschiedenen Ausführungsformen gezeigten Verkleidungsmittel bestehen aus mechanischen Verkleidungen, die stets wieder verwendet werden können. Es ist selbstverständlich, daß auch andere Verkleidungen zur Abdeckung der ausgewählten Bereiche einer Rohform verwendet werden können, um eine Aufkohlung bestimmter Bereiche zu verhindern.

Zu solchen anderen Mitteln gehören zähflüssige Lösungen, Metallpasten, nicht metallische, wie keramische Pasten oder Pasten aus feuerbeständigen Pulvern, Metallbänder oder anderen Materialien, die eine ausreichende Feuerfestigkeit aufweisen und geeignet sind, den Zutritt von hohlenstoffhaltigen Gasen zu den abgedeckten Flächen zu verhindern oder zumindest wesentlich zu reduzieren. Eine solche Paste, die erfolgreich verwendet wurde, wird von der PARK CHEMICAL CO, Detroit, Michigan unter dem Handelsnamen NO CARB"W" geliefert und ist bei der selektiven Aufkohlung von Schmiedeeisenteilen vorgesehen. Die Verwendung von mechanischen Verkleidungen wie für die Erfindung beschrieben und in den Zeichnungen gezeigt, bietet einen bevorzugten praktischen Weg, besonders für Aufkohlungsbehandlungen, wenn eine geringe Aufkohlung der abgedeckten Bereiche toleriert werden kann. Die Möglichkeit der unbeschränkten Wiederverwendung der mechanischen erfindungsgemäßen Verkleidungen, die Einfachheit ihres Gebrauchs bei Montage und Demontage, die Einsparung jeder Reinigungsarbeit des Werkstücks nach dem Aufkohlprozess ergibt einen wesentlichen Fortschritt gegenüber allen bisher bekannten Möglichkeiten durch Steigerung der Wirtschaftlichkeit bei der Aufkohlung bestimmter Bereiche.

Es ist offenbar, daß die gezeigten bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung die gestellte Aufgabe in besonders guter Weise lösen. Die Erfindung läßt jedoch weitere Abänderungen zu, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Der Patentanwalt



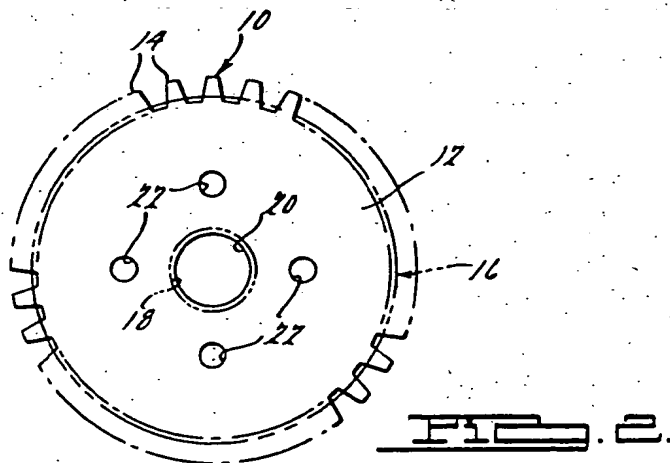
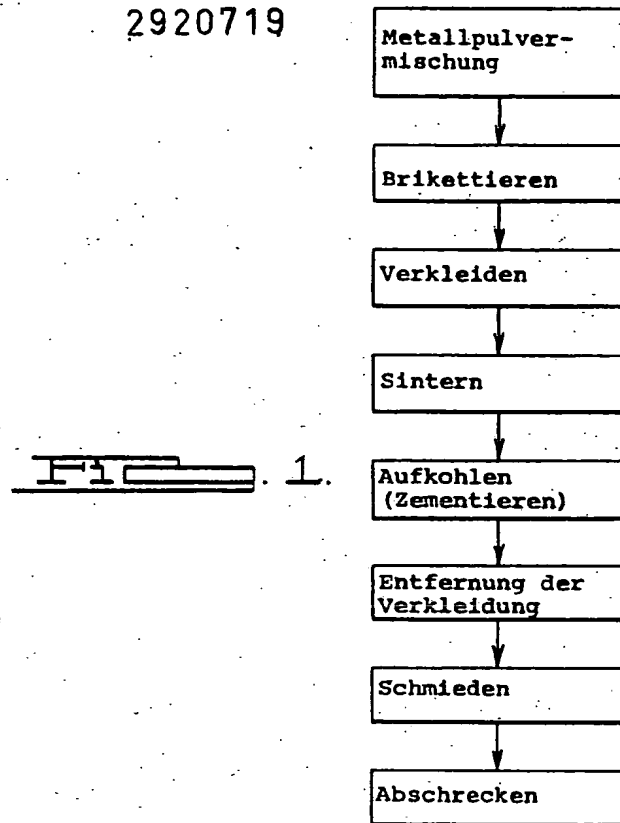
-17-  
Leerseite

- 19 -

Nummer: 29 20 719  
Int. Cl.<sup>2</sup>: B 22 F 3/00  
Anmeldetag: 22. Mai 1979  
Offenlegungstag: 6. Dezember 1979

Patentanmeldung v m 22.5.1979 Federal-Mogul Corporation, 26555 Northwestern Highway, Southfield, Michigan, USA  
"Verfahren zur Herstellung von Schmiedeteilen mit ausgewählten aufgekohlten Bereichen aus Metallpulver"

2920719



909849/0641

